

LA CIENCIAS EXPERIMENTALES Y LA ENSEÑANZA BILINGÜE

María del Mar Aragón Méndez

Profesora de Física y Química

IES Drago, Sección Bilingüe. Cádiz. e-mail: mmaragon@hotmail.com

[Recibido en Enero de 2006, aceptado en Mayo de 2006]

RESUMEN ^{Inglés}

El dominio de las lenguas extranjeras, competencia esencial para la sociedad del siglo XXI, es una de las finalidades de los proyectos educativos actuales, de ahí el gran impulso que está cobrando la enseñanza bilingüe. La inclusión de las ciencias experimentales en los proyectos de bilingüismo, además de mejorar las competencias lingüísticas, puede favorecer el aprendizaje de las ciencias.

Palabras clave: enseñanza de las ciencias; enseñanza bilingüe; discurso científico; habilidades cognitivo lingüísticas; actitudes.

INTRODUCCIÓN

El interés suscitado por el aprendizaje de las lenguas no cesa de aumentar en los últimos años. Son muchos los factores que contribuyen a este hecho. El proceso de globalización que se está produciendo en los últimos años ha aumentado el número de relaciones comerciales, profesionales, culturales y turísticas entre los pueblos, haciéndose imprescindible el dominio de más de un idioma.

La diversidad de lenguas y culturas es sin duda un hecho beneficioso e interesante en sí mismo ya que cada lengua comporta su propia manera de ver el mundo y es el producto de su propia historia particular. El conocimiento de más de una lengua enriquece la visión que el hombre tiene del mundo y contribuye a fomentar la tolerancia y la comprensión entre personas de distintos orígenes lingüísticos y culturales.

Por otra parte, en el actual marco de la Comunidad Europea, se favorece la movilidad de los ciudadanos. Se considera además necesario respetar, preservar y promover la diversidad lingüística de la Comunidad Europea porque forma parte de su patrimonio común y de su identidad. La diversidad lingüística es un factor de integración en la construcción de la Europa del futuro. Por estos motivos el Consejo de Europa (1998) recomienda a las autoridades educativas de los países miembros que favorezcan el aprendizaje de dos lenguas comunitarias, además de la lengua materna.

Sin duda, los ciudadanos obtendrán un gran provecho económico y cultural del conocimiento de las lenguas. Nadie pone en tela de juicio las ventajas de poder comunicarse con una variedad más amplia de personas, de tener la oportunidad de

estar en contacto real con otras culturas y de superar ciertas barreras culturales. Hay también ventajas de carácter más práctico, las personas que dominan más de una lengua tienen acceso a un mayor número de puestos de trabajo y, sin duda, las empresas que se dirigen a clientes potenciales pertenecientes a distintos países son más competitivas.

Frente a las necesidades que crea el nuevo marco europeo, España se encuentra en uno de los puestos de cola en lo que al conocimiento de las lenguas se refiere. Actualmente un 53% de la población no habla ningún idioma extranjero, un porcentaje superior al de la media europea, que es del 47%. Los datos proceden de la encuesta Eubarómetro realizada entre más de 16.000 europeos con motivo del "Año Europeo de las Lenguas 2001".

Se hacen necesarias por tanto medidas educativas que mejoren esta situación y coloquen a los españoles en igualdad de condiciones en el marco europeo. La actual ley de educación recoge la necesidad de la enseñanza y aprendizaje de las lenguas comunitarias, tanto en la Educación Secundaria Obligatoria como en el Bachillerato.

En el documento *"Una educación para todos y ente todos"* (MEC, 2004) se insiste en la relevancia del dominio de las lenguas extranjeras y se propone impulsar decididamente su aprendizaje. No sólo la Administración reconoce la importancia de potenciar las lenguas extranjeras, los investigadores en la didáctica de las ciencias también valoran positivamente el impulso del aprendizaje de las lenguas de uso internacional, como prefieren denominarlas Gil-Pérez y Vilches (2005).

En este marco se inicia en la Junta de Andalucía el "Plan de Plurilingüismo" (Junta de Andalucía, 2004). La Enseñanza Bilingüe, que es una de sus líneas de actuación, se inició de forma experimental en 1998 y se ha desarrollado durante los últimos años en secciones bilingües de francés y alemán. Actualmente son más de cien los centros que cuentan con secciones bilingües en francés, alemán o inglés.

¿EN QUÉ CONSISTE LA ENSEÑANZA BILINGÜE EN EL PLAN DE PLURILINGÜISMO EN ANDALUCÍA?

Por enseñanza bilingüe se entiende la enseñanza de disciplinas no lingüísticas (DNL) utilizando una lengua extranjera. Actualmente existen muchas experiencias de enseñanza bilingüe que responden a diferentes modelos educativos (Coste, 1994), entre ellas podemos destacar:

- Enseñanza de algunas DNL en una lengua extranjera y de otras en lengua materna, en un país extranjero. Su finalidad es la adaptación al idioma y al sistema educativo del país extranjero al que un alumno llega. El currículo nacional suele adaptarse.
- Enseñanza de todas o varias DNL en una lengua extranjera en el país natal. El currículo de las DNL puede ser internacional. Es frecuente sobre todo en centros bilingües privados.

- Enseñanza de varias DNL en una lengua nacional en un país con más de una lengua oficial. Este caso se da en varios países de Europa. En España se produce en los centros de Galicia, País Vasco y Cataluña.
- Enseñanza de varias DNL en la lengua extranjera y en la lengua materna. En este caso existen también diversas modalidades, según que se imparta en una determinada proporción el currículo nacional en una u otra lengua, o que se imparta el currículo nacional en la lengua materna y una ampliación en la lengua extranjera, como es el caso de las Secciones Europeas en Francia.

La enseñanza bilingüe que se desarrolla en el Plan de Plurilingüismo en Andalucía (Junta de Andalucía, 2004) se basa en la impartición de varias disciplinas no lingüísticas en dos lenguas vehiculares, la lengua materna y una lengua extranjera, en un porcentaje de contenidos impartidos en la lengua extranjera que puede variar desde el 30 al 50%. El currículo de estas materias es el oficial, aunque con algunas adaptaciones que suponen, en la mayoría de los casos, ampliaciones. En la Enseñanza Secundaria se produce un aumento total de dos horas semanales en el horario lectivo de los alumnos que afecta a la primera y a la segunda lengua extranjera, si bien es cierto que en las horas adicionales, se pueden abordar, desde la primera lengua extranjera algunos contenidos correspondientes a las disciplinas no lingüísticas. Respecto al aprendizaje de las lenguas, tanto la materna como las extranjeras, se trabaja en el marco del currículo integrado de las lenguas (Consejo de Europa, 2001)

Son diversas las ventajas que parece tener este modelo de enseñanza bilingüe. Además de los evidentes beneficios lingüísticos puede existir otros de tipo cognitivo y cultural (Duverger, 1996). Con respecto al aprendizaje de las disciplinas no lingüísticas podemos destacar que el uso de la lengua materna es importante para adquirir conocimientos en una disciplina, pero el empleo de una segunda lengua vehicular, supone una doble vía entre el lenguaje y el pensamiento, entre las palabras y los conceptos y sus relaciones. Se piensa que esta duplicidad incide positivamente en el proceso de abstracción y en la construcción de conocimientos, como señala Daniel Coste (2001). Se garantiza además la adquisición de las competencias lingüísticas propias de cada materia en la lengua materna y de los contenidos de las mismas, lo que no ocurre cuando la materia completa se imparte en una lengua extranjera. Pensemos que la mayoría de los alumnos continuarán los estudios posteriores a la enseñanza secundaria en el país natal y que los que quieran proseguir estudios universitarios deberán superar las pruebas de acceso correspondientes en la lengua materna.

El hecho de impartir una parte de la materia en una lengua extranjera implica una serie de decisiones relacionadas con el currículo propio de las disciplinas (Junta de Andalucía, 2004), decisiones que atañen a:

- Los contenidos. Es imprescindible una adecuada selección de los contenidos que se desarrollaran en la lengua extranjera.
- Consideraciones metodológicas. Entre ellas destacamos las diferentes posibilidades organizativas que articulan los momentos de uso de una u otra lengua, decidir estrategias de comunicación apropiadas, seleccionar los

recursos apropiados, diseñar actividades que posibiliten un aprendizaje significativo, estructurar las unidades didácticas de acuerdo con las modificaciones decididas, etc. Entre los recursos que tenemos a nuestro alcance merece una especial atención el uso de las nuevas tecnologías ya que posibilitan el acceso a una gran cantidad de información, facilitan la labor docente y favorecen el aprendizaje de los alumnos.

- La evaluación. Necesitamos diseñar y articular los mecanismos que nos permitan evaluar la idoneidad del nuevo proceso de enseñanza y aprendizaje y evaluar el aprendizaje de los alumnos.

LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y LA ENSEÑANZA BILINGÜE. UNA RELACIÓN DE MUTUALISMO

La inclusión de las ciencias experimentales en los programas de enseñanza bilingüe favorece, por varios motivos, el aprendizaje de una lengua extranjera. En primer lugar, para dominar un idioma es importante desenvolverse en esa lengua en diversos campos del conocimiento. Sin duda uno de ellos es el científico-tecnológico, ya que en la sociedad en la que vivimos es fundamental comprender la gran cantidad de información que recibimos relacionada con el mundo de la ciencia y de la tecnología, ser capaces de extraer conclusiones a partir de esta información y expresar dichas conclusiones. En segundo lugar, la enseñanza de un idioma no puede hacerse vacía de contenido, y tanto los conocimientos como las capacidades y las actitudes que se ponen en juego en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias pueden activar un gran número de competencias lingüísticas.

Durante los años que llevan funcionando las secciones bilingües en Andalucía se ha podido constatar que los alumnos adquieren un excelente nivel de competencias lingüísticas -como señalan los resultados obtenidos en las pruebas del DELF, de reconocimiento internacional-, pero además, los profesores implicados aprecian que los resultados que obtienen en las materias no lingüísticas son superiores a la media. Si impartir una DNL en una lengua extranjera favorece el aprendizaje de dicha lengua, también es cierto que la enseñanza bilingüe puede favorecer el aprendizaje de las materias no lingüísticas. El plan de Plurilingüismo, así como el resto de los proyectos bilingües, no pretende convertir a los profesores de materias no lingüísticas en segundos profesores de idiomas, los profesores de ciencias tendrán siempre como primer objetivo la enseñanza de su materia. Se trata de beneficiar el aprendizaje de las ciencias y de otras disciplinas no lingüísticas haciendo uso de dos lenguas vehiculares en el proceso de enseñanza aprendizaje. Es una relación de mutualismo entre el aprendizaje de las lenguas extranjeras y las disciplinas no lingüísticas.

Entre las hipótesis sugeridas para explicar el beneficio que puede suponer el aprendizaje de las ciencias en una lengua extranjera y que animan a los profesores de ciencia a participar en los proyectos de enseñanza bilingüe, nos encontramos:

- Por un lado, la apreciación de una mejora en las actitudes de los alumnos y en los hábitos de trabajo, lo que ocurre en todas las materias pero especialmente en las DNL en las que se usa una lengua extranjera. Formar parte de un

programa en el que el nivel de exigencias se supone superior, mejora la imagen que los alumnos se forman sobre ellos mismos y sobre lo que son capaces de hacer, mostrando una actitud más positiva hacia el aprendizaje. Este hecho está relacionado con el efecto Pygmalión. Al aumentar las expectativas sobre un grupo de alumnos mejora sus rendimientos, los alumnos se convierten en lo que se espera de ellos. Esta constatación se encuentra muy relacionada con la mayor implicación observada en los padres.

- Mediante la enseñanza bilingüe los alumnos adquieren conciencia de que en la segunda lengua no sólo pueden pensar y hablar, sino que también pueden actuar como lo harían en la propia, hecho que es también muy motivador (“enseñanza por tareas” de una lengua extranjera).
- Por otra parte, cuando los alumnos finalizan los estudios de secundaria ven ampliadas sus posibilidades de formación en relación con las ciencias. Al ser capaces de comprender y expresar mensajes científicos en una lengua extranjera, muchos proyectan cursar parte de sus estudios universitarios fuera de su país. El idioma no es para ellos un impedimento, el espíritu que han adquirido al conocer otras culturas es más abierto y cada vez son mayores las posibilidades de disfrutar de becas. Las intenciones que poníamos inicialmente de manifiesto con respecto a la movilidad de ciudadanos en la Comunidad Europea se hace real, los alumnos piensan en efecto que el lugar donde van a recibir una formación o incluso donde van a trabajar no tiene por qué limitarse a la región en la que viven o a su país.
- Además, la enseñanza bilingüe de las ciencias permite la introducción de contenidos que atañen a las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad, tanto actuales como históricos, en otros países, enriqueciendo la visión que adquiere el alumno de muchas cuestiones.
- Por último, la utilización de dos lenguas vehiculares en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias parece favorecer la construcción de conocimientos y por tanto el aprendizaje significativo (Coste, 2001). Esto puede ser debido a la especial incidencia que se realiza sobre la interacción existente entre el lenguaje y el pensamiento.

Si bien estas hipótesis no han sido contrastadas mediante trabajos de investigación, responden a las percepciones de los profesores de ciencias y de otras disciplinas no lingüísticas que participan en los programas de enseñanza bilingüe.

CIENCIA Y LENGUAJE

La relación entre Ciencia y lenguaje es innegable. Esta correspondencia se ha producido a lo largo de la Historia de las Ciencias y continúa produciéndose (Sutton, 2003). Antoine de Lavoisier lo expresaba así en la introducción que hace en el libro *“Mémoire sur les dénominations chimiques, la nécessité d’en perfectionner le système, et les règles pour y parvenir”*, de Guyton de Morveau:

"... tendremos tres cosas que distinguir en toda ciencia física. La serie de hechos que constituye la ciencia; las ideas que representan los hechos y las voces que lo expresan. La voz debe hacer la idea, ésta debe pintar el hecho: estas son tres estampas de un mismo sello, y como las palabras son las que conservan las ideas y las comunican, de aquí que sea imposible perfeccionar la ciencia no perfeccionando el lenguaje, y por verdadero que fuesen los hechos, por justas que fuesen las ideas que hubiesen producido, no comunicaría sino expresiones falsas no teniendo expresiones exactas con qué nombrarlas."

Fue la obra del filósofo francés Etienne Bonot de Condillac (1714-1780), la que suministró las bases epistemológicas para la reforma del lenguaje químico al que hace referencia Lavoisier. Para el pensador francés, el saber es el resultado del proceso que podemos representar mediante el esquema sugerido en la figura 1 (Gago y Carrillo, 1979).

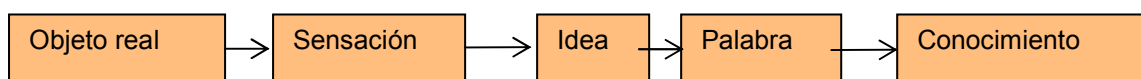


Figura 1.- Producción del conocimiento según Condillac.

Aunque esta secuencia responde a una concepción empirista del conocimiento propia del pensamiento del siglo XVIII, podemos decir que, durante el aprendizaje de las ciencias, se produce en los alumnos una gran interdependencia entre las ideas, el lenguaje y el conocimiento, no siendo ésta lineal y produciéndose de una forma más compleja que la reflejada en la figura 1.

El progreso en el conocimiento científico en los estudiantes está unido a la adquisición de un vocabulario y de expresiones que permitan asimilar, construir y comunicar las nuevas ideas sin ambigüedades. La conceptualización y estructuración de contenidos pasa por la utilización del lenguaje. Tal como afirmaba Vygotsky (1962):

"La relación entre pensamiento y palabra no es un hecho sino un proceso, un continuo ir y venir de pensamiento a palabra y de la palabra al pensamiento... el pensamiento no se expresa simplemente a través de la palabra sino que existe a través de ellas".

Otros autores como Lemke (1997), Sanmartí e Izquierdo (Sanmartí, 1977; Sanmartí et al., 1999; Izquierdo, 2005) ponen también de manifiesto la importancia del lenguaje en el aprendizaje de las ciencias.

Además de considerar las relaciones entre aprendizaje, lenguaje y pensamiento, es preciso tener en cuenta las dimensiones cognitivas que Guidoni (citado por Izquierdo, 2005) señala para explicar el conocimiento personal: el lenguaje, la representación mental y la acción. Podríamos decir que el conocimiento del individuo se produce a partir de las complejas y continuas interacciones que se producen entre el pensamiento, el entorno del sujeto y el lenguaje que las mediatiza y se ve influido por éstas (Figura 2).

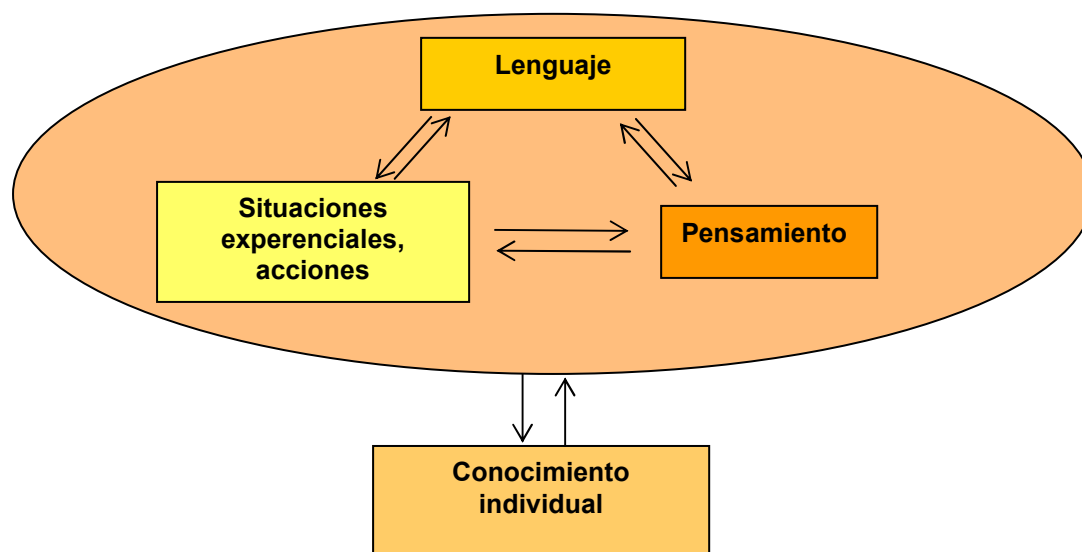


Figura 2.- Dimensiones que condicionan el conocimiento individual.

En el caso de las ciencias, su aprendizaje se produce al mismo tiempo que se desarrolla un discurso específico, el discurso científico. Éste posee una gran capacidad organizadora respecto a los procesos cognitivos ya que nos proporciona una herramienta para comprender la realidad que percibimos y para interpretarla. Un término científico puede representar un objeto, un hecho o una idea, pero no es simplemente reflejo de éstos. Al traducir el objeto, el hecho o la idea al lenguaje, los concretamos y delimitamos. Cuando el alumno expresa sus ideas se ve obligado a estructurarlas y relacionarlas con su propia estructura de conocimiento (Lloréns, 1991). Debemos suponer por tanto que el desarrollo de las capacidades lingüísticas en general favorece la adquisición de conceptos científicos.

Es preciso añadir que el uso del discurso científico va unido al desarrollo de una serie de capacidades cognitivo-lingüísticas como son la descripción, la definición, la justificación, la argumentación y la demostración, que favorecen diferentes capacidades de razonamiento. Tal como afirmaba A. de Lavoisier en el discurso preliminar del *"Traité Élémentaire de Chimie"* (1789):

"Sólo pensamos con la ayuda de las palabras, las lenguas son verdaderos métodos analíticos; el algebra más simple, más exacta y mejor adaptada a su objeto en todos los modos de enunciarse, es a la vez una lengua y un método analítico. En definitiva, el arte de razonar se reduce a una lengua bien hecha".

En resumen, siguiendo a Vygotsky (1962), el continuo ir y venir de pensamiento a palabra y de la palabra al pensamiento, que se produce doblemente en la enseñanza bilingüe, favorece la construcción de conocimientos y el desarrollo de las capacidades de razonamiento. La herramienta que lo hace posible es el desarrollo del discurso científico ya sea en la lengua materna como en una lengua extranjera.

Es frecuente observar en nuestras clases de ciencias que los alumnos son reticentes a manejar el vocabulario y las expresiones recién adquiridas y que fallan en la expresión

declarativa de los contenidos científicos. Este hecho puede estar relacionado con la dificultad en la progresión de las concepciones alternativas de los alumnos. Antes de iniciar la enseñanza, los alumnos cuentan con una serie de concepciones propias que se encuentran organizadas de una determinada forma y suponen determinadas formas de razonamiento. Las estructuras iniciales de conocimiento están asociadas al uso del lenguaje cotidiano o discurso estándar. La construcción de conceptos científicos y el establecimiento de relaciones apropiadas entre los mismos implican necesariamente el uso de un discurso científico, tanto de un vocabulario específico como de determinadas expresiones. Desarrollar un cambio en el lenguaje, una progresión desde el discurso estándar al discurso científico, propiciará una evolución en las concepciones de los alumnos (Figura 3).

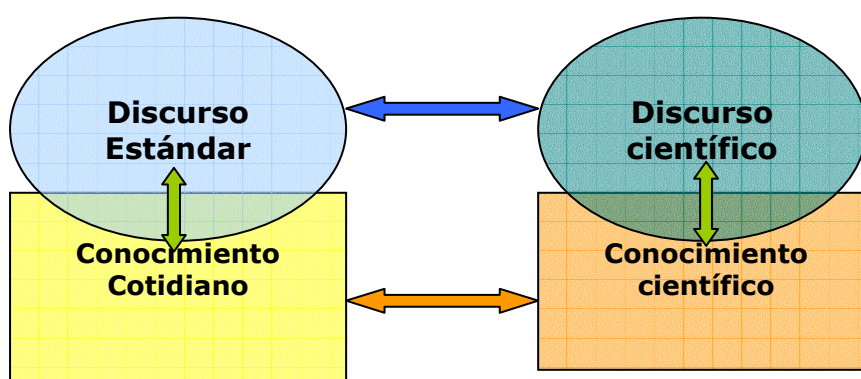


Figura 3.- Una progresión hacia el conocimiento científico.

Si lo que se trabaja es el discurso científico en una lengua extranjera incidimos en el mismo proceso, pero contamos con una ventaja adicional. En la lengua materna, el discurso científico se encuentra poco desarrollado por lo que se activará preferentemente el discurso estándar a la hora de explicar fenómenos. En la lengua extranjera no existe tanta diferencia entre ambos registros ya que se están desarrollando casi de forma paralela, y el alumno podría recurrir antes a la utilización del discurso científico.

En la doble vía que abrimos en la enseñanza bilingüe entre los conceptos y las palabras no hay siempre reciprocidad en lo que respecta al significado de los términos en la lengua materna y extranjera, y este hecho, lejos de ser un inconveniente, aporta algunas ventajas. Si bien el discurso científico es muy similar en muchas lenguas, su transposición al discurso científico escolar puede provocar ciertas diferencias. El discurso científico académico en los diferentes idiomas puede verse influido por el discurso estándar, por ciertos malos usos que se transmiten de unos textos a otros, o por desgaste de ciertos términos, de modo que acaban empleándose algunos vocablos y expresiones que dificultan el aprendizaje de ciertos conceptos o que sencillamente no son rigurosos. También puede ocurrir que, como resultado de la transposición del discurso científico, se generen ciertos términos más apropiados en unos idiomas que en otros. El cambio de una lengua a otra puede poner de manifiesto estas diferencias, amortiguando los problemas provocados por el uso de términos que acarrearán dificultades y potenciando el uso de los que son más afortunados. Estas matizaciones

pueden parecer anecdóticas pero aportan una interesante reflexión sobre la relación existente entre las palabras y los conceptos.

ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR EN UNA LENGUA EXTRANJERA. UNA PROPUESTA BASADA EN EL DESARROLLO DEL DISCURSO CIENTÍFICO

Las actividades que se pueden realizar cuando se usa como lengua vehicular una lengua extranjera, son básicamente las mismas que las actividades que desarrollan en las clases habituales de ciencias, pero se debe hacer mayor incidencia en aquellas que son útiles para potenciar el desarrollo del discurso científico. Estas actividades son importantes porque los contenidos científicos se enseñan mediante enunciados que utilizan el discurso científico, en concreto el discurso científico académico, las intervenciones dirigidas hacia el progreso de operaciones mentales usan el discurso científico y el alumno aprende a través del mismo lenguaje. Por todo esto podemos pensar que el desarrollo del discurso científico mejorará el aprendizaje de los alumnos.

Por otra parte, las actividades encaminadas a consolidar el uso del discurso científico en la lengua materna no despiertan, en general, el interés de los alumnos. Puede que las consideren demasiado sencillas y no comprenden su utilidad, aunque el profesor justifique su conveniencia. Cuando en clase de ciencias se hace alguna referencia lingüística los alumnos no prestan atención y suelen decir que "esto no es la clase de lengua". Cuando se usa la lengua extranjera como lengua vehicular para enseñar ciencias, los alumnos son receptivos a trabajar sobre la lengua, al aumentar la "disponibilidad" del alumno aumenta el grado de respuesta y el binomio ciencia-lenguaje se hace más patente y significativo.

No hay que olvidar además que el discurso científico, y el discurso científico escolar en concreto, tienen mucho de común en la mayoría de las lenguas. Esto es debido al carácter universal del desarrollo del conocimiento científico en los últimos años. Del mismo modo el discurso científico escolar es el resultado del desarrollo de la didáctica de las ciencias, resultado del trabajo de investigadores de multitud de países. Desarrollar el discurso científico de los alumnos en una lengua extranjera supone también desarrollarlo en la propia.

Para desarrollar el discurso científico es preciso, en primer lugar, introducir los términos científicos y esto no se puede hacer sin establecer las oportunas relaciones entre los nuevos conocimientos y los que el alumno posee, pertenezcan al conocimiento cotidiano o al científico ya adquirido.

Es necesario además incidir sobre el desarrollo de las capacidades cognitivo-lingüísticas como son describir, definir, justificar, argumentar, explicar y resumir, adaptándose a los niveles y edades de los alumnos. Las actividades diseñadas para potenciar estas capacidades se llevarán a cabo a medida que vayan siendo necesarias.

En general, también en el caso de la enseñanza bilingüe, hay que diversificar los tipos actividades que se realizan. Será conveniente por tanto hacer ejercicios y problemas, actividades prácticas, de ciencia recreativa, actividades a partir de textos, videos, comics, simulaciones y applets, etc. No debemos pensar que el alumno no puede

realizar estas actividades porque no disponga de las capacidades lingüísticas adecuadas. El discurso científico y la construcción de conocimientos científicos se producen en el alumno de forma paralela, lo mismo que ha ocurrido en la historia de las ciencias. Las nuevas formas de interpretar las cosas están estrechamente relacionadas con las nuevas formas de hablar de ellas (Sutton, 2003).

Resumimos a continuación algunos tipos de actividades apropiadas para desarrollar en clases de ciencias impartidas en una lengua extranjera.

- Actividades sobre los términos científicos y las relaciones entre conceptos.
- Actividades para desarrollar habilidades cognitivo-lingüísticas:
 - ✓ Descripción
 - ✓ Definición
 - ✓ Justificación, explicación y argumentación
- Otras actividades
 - ✓ Actividades a partir de textos y vídeos
 - ✓ Actividades a partir de comics (ejemplos en [anexos 1 y 2](#))
 - ✓ Actividades a partir de animaciones y applets
 - ✓ Ejercicios y problemas
 - ✓ Trabajos prácticos
 - ✓ Actividades de ciencia recreativa

Desde el punto de vista lingüístico se suelen clasificar las actividades según pretendan desarrollar la comprensión y expresión oral y escrita. En las actividades propuestas se alternarán en mayor o menor medida estos aspectos. Se trabajan las capacidades orales en cuanto el profesor, a través de un diálogo con los alumnos, introduce o desarrolla determinados conceptos o procedimientos, propone actividades... La participación del alumno es muy importante, no solo desde el punto de vista lingüístico, sino también en lo que respecta al aprendizaje significativo. La comunicación tiene de hecho un papel central en la construcción de conocimientos. Con respecto al lenguaje escrito, se proporcionan diferentes tipos de documentos, lo más diversos posible y al alumno le corresponde realizar una producción a partir de los mismos, o del desarrollo en general de la clase.

El grado de dificultad lingüística dependerá de las capacidades de los alumnos. Hay que proponer actividades que los alumnos sean capaces de realizar. Si la actividad es inaccesible para los alumnos, tanto desde el punto de vista lingüístico como cognitivo, sólo provocaremos su desmotivación y pronto dejarán de participar en clase. Las actividades demasiado sencillas tampoco son adecuadas porque el alumno no aprende con ellas.

Por último, destacar que una enseñanza de las ciencias que da importancia al desarrollo del discurso científico, sea cual sea el idioma, en cuanto a la forma debe cuidar especialmente las construcciones orales de los alumnos, la comprensión de

textos y sus producciones escritas. En cuanto al fondo debe perseguir un lenguaje reflexivo, en el que se de importancia a las explicaciones, a la evaluación y al análisis de las situaciones, a la emisión de juicios personales y a la creatividad.

ACTIVIDADES DESTINADAS AL APRENDIZAJE DE TÉRMINOS CIENTÍFICOS Y AL ESTABLECIMIENTO DE LAS RELACIONES ENTRE LOS CONCEPTOS.

Entendemos por términos científicos las palabras y expresiones que permiten construir enunciados científicos. Además de considerar la terminología propia, debemos prestar atención a las palabras portadoras de ciertos contenidos formales o lingüísticos (cuantificadores, numerales, etc). Los términos científicos tiene un campo de uso restringido al léxico de la ciencia, no pertenecen al vocabulario común, aunque a veces su empleo pueda extenderse a la lengua general. La característica principal que los diferencia de las palabras es que poseen un valor unívoco y monoreferencial.

Partimos de la base de que aprender un término no supone aprender un concepto. Es preciso que la nueva palabra se relacione con otras pertenecientes al conocimiento cotidiano y al propio conocimiento científico, de modo que al aumentar el número de relaciones que el alumno es capaz de realizar, su aprendizaje se hace más significativo (Galagovsky y Muñoz, 2002).

Es preciso considerar que el discurso científico consta de un lenguaje simbólico y gráfico, por lo que también habrá que establecer las conexiones oportunas entre los símbolos, las imágenes y los conceptos, sólo así las representaciones supondrán una ayuda eficaz en el aprendizaje, y no una dificultad. Entre las actividades propuestas deberemos por tanto diseñar las oportunas a este fin.

Las relaciones que se establezcan entre los conceptos deben ser explicitadas en las diferentes actividades. Los tipos de conexión entre conceptos son muy diversos, depende del objeto de estudio. En ocasiones se requiere comparar, clasificar, secuenciar procesos,... A veces deberemos establecer relaciones de causalidad, finalidad, consecuencia, etc. Las dificultades lingüísticas pueden ser variadas, por lo que, si es necesario, deberemos proporcionar al alumno las herramientas gramaticales necesarias para completar las tareas. No debemos considerar esto como una pérdida de tiempo, recordemos que las ideas de ciencia se aprenden expresándolas.

En lo que respecta a las actividades de vocabulario más utilizados, podemos establecer distintos tipos.

- Actividades que tratan el vocabulario alejado del contexto en el que se emplea. Algunas de éstas son: sopas de letras, crucigramas, asociar términos, etc. Se emplean sobre todo como ejercicios de revisión.
- Actividades que relacionan los términos con el lenguaje simbólico propio de la ciencia.
- Actividades en las que se contextualiza el aprendizaje de la terminología específica. La enseñanza del vocabulario tiene lugar dentro de un contexto semántico-situacional. Los más habituales son: completar frases y textos con unos términos dados, ordenar frases o textos, realizar mapas conceptuales...

En ocasiones se hace una referencia especial al contexto gramatical en el que se emplean los términos. Es el caso de ciertos verbos, preposiciones, cuantificadores..., que forman parte de determinadas expresiones científicas.

Las actividades destinadas al aprendizaje de términos científicos y al establecimiento de las relaciones entre los conceptos pueden prepararse para un nivel básico de comprensión y expresión oral y escrita, pero además deben proponerse para introducir términos aunque el nivel lingüístico de los alumnos sea superior, puesto que en cualquier tema de ciencias nos encontramos con la necesidad de desarrollar un vocabulario, una expresiones específicas y establecer relaciones entre los conceptos.

La realización de estas actividades en una lengua extranjera es muy motivadora. Por un lado son lo suficientemente sencillas como para que todos los alumnos sean capaces de realizarlas, los términos científicos son fácilmente reconocibles, por otro, el hecho de realizarlas en una lengua extranjera hace que el alumno le asigne más importancia que si las trabaja en la lengua materna, mejorando la imagen que los alumnos se forman sobre ellos mismos y sobre lo que son capaces de hacer.

ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR HABILIDADES COGNITIVO-LINGÜÍSTICAS

Las habilidades cognitivo-lingüísticas están en la base de operaciones que se producen constantemente en la actividad de aprendizaje, permiten estructurar el conocimiento adquirido y por tanto favorecen el aprendizaje significativo. Son capacidades cognitivo lingüísticas describir, definir, explicar, justificar, argumentar y resumir. Son estrategias de tipo metalingüístico. El desarrollo de las capacidades cognitivo-lingüísticas permite la autorregulación del proceso de aprendizaje por parte del estudiante, siempre que éste sea consciente de lo que significa cada una de estas demandas y de los mecanismos que debe activar en cada una de ellas.

La descripción

El proceso de descripción, muy importante en ciencias, se encuentra íntimamente relacionado con la observación de un sistema, de un proceso o de una acción, hasta el punto que podemos decir que aprendiendo a describir se aprende a observar. En ocasiones no es necesaria la observación directa ya que los alumnos, a través de sus vivencias, poseen una gran cantidad de información por lo que se puede recurrir a recuerdos o a experimentos mentales como un recurso más, no como sustitución de las observaciones y experiencias directas.

Desde el punto de vista cognitivo, la descripción ayuda a ordenar la información que se percibe. La descripción como proceso científico difiere de la descripción que se hace comúnmente ya que en la primera se comienzan a diferenciar las características y variables significativas. La descripción de sistemas es sólo una fase en el proceso de construcción del conocimiento científico, estemos hablando de la metodología científica o del proceso enseñanza aprendizaje en el aula. Se describe con un determinado fin: para encontrar regularidades y realizar una clasificación, para delimitar un fenómeno, para ofrecer datos y después argumentar a favor de una idea, para interpretar los hechos en función de una teoría o de un modelo, etc. La finalidad con la que se hace

la descripción condiciona en muchas ocasiones la propia descripción, de hecho, una de las dificultades observadas en los alumnos al describir es que confunden las propiedades observables con sus interpretaciones.

En el **anexo 3** se muestra una actividad en la que la descripción de una acción es el punto de partida para realizar una descripción desde el punto de vista de la energía.

La definición

En ciencias es muy frecuente realizar definiciones, lo que está justificado por la necesidad de precisar el significado de los términos propios del discurso científico, eliminando la ambigüedad del lenguaje cotidiano.

Pero definir no es un proceso sencillo. Ya hemos comentado que una palabra sólo cobra significado a través de las relaciones que se establecen entre ésta y otras, por lo que una definición será más o menos compleja en función del número de relaciones que se tengan en cuenta. Por otra parte, la definición de los términos científicos ha ido variando a lo largo de la historia de las ciencias. Pensar que puedan existir definiciones absolutas es lo mismo que considerar que la estructura del conocimiento científico es inmutable. Del mismo modo, en la enseñanza de las ciencias las definiciones evolucionan a medida que se construye el conocimiento científico en los alumnos, pudiendo variar de unos niveles a otros o incluso a lo largo del desarrollo de una unidad didáctica

El hábito de dar una definición muy elaborada al comienzo de un tema, encasillando completamente un concepto científico, no es coherente con la forma en la que se genera el conocimiento científico ni con el proceso de construcción de conocimientos. A los estudiantes les resultará demasiado artificial y sólo podrán aprenderla de memoria por lo que no conseguimos que el aprendizaje sea significativo. Los alumnos deberán definir como resultado del proceso de aprendizaje. Ahora bien, el profesor conduce este proceso por lo que deberá guiar al alumno en el establecimiento de las características más relevantes de los términos científicos y en la delimitación de su uso, proponiendo actividades para relacionar los términos científicos que se van a enseñar con otros ya conocidos y proporcionando las herramientas lingüísticas necesarias para estructurar las nuevas concepciones. Se debe definir como resultado del proceso de construcción de significados, introduciéndola en la estructura del recurso didáctico (Borsese y De Longhi, 2001)

Si bien las definiciones científicas no son únicas, es cierto que las definiciones científicas escolares, en contextos similares, no varían cuando nos referimos al discurso científico expresado en español, en inglés o en francés. Esto se produce porque al igual que el conocimiento científico se desarrolla a escala mundial, existiendo cada vez una comunicación más rápida entre científicos de diferentes países, la didáctica de las ciencias experimentales está constituida por un cuerpo de conocimientos generado en los últimos años con la contribución de especialistas de todo el mundo. Además atañen a las relaciones entre conceptos científicos, que son universales.

La explicación, la justificación y la argumentación

En las clases de ciencias es frecuente que pidamos a los alumnos que expliquen, justifiquen o argumenten sus respuestas. Aunque es cierto que estas capacidades se solapan, para la mayoría de los alumnos no existe diferencia entre estos enunciados, tanto en el ámbito cognitivo como lingüístico, por lo que difícilmente estas actividades podrán ser realizadas de forma completamente satisfactoria por los alumnos. Es más, en la mayoría de los casos se limitan a narrar, en lugar de explicar, justificar o argumentar y confunden el proceso de describir con la explicación o justificación del fenómeno que describen. Una enseñanza de las ciencias que insista en la dimensión lingüística y favorezca el desarrollo de estas capacidades cognitivolingüísticas mediante actividades que impliquen la elaboración de producciones orales y escritas, haciendo que los alumnos sean conscientes de los procesos que movilizan, mejorará el aprendizaje significativo de los conceptos científicos.

La explicación supone realizar un razonamiento en el que se pone de manifiesto las relaciones causa-efecto entre hechos o en el que se relaciona un hecho con una idea o con un sistema de ideas, con la finalidad de hacer comprensible dicho hecho. Se explica al responder a preguntas formuladas con ¿Por qué...? o ¿Cómo...? (Why...? How...?, Pourquoi...? Comment...?)

La justificación implica la validación de un razonamiento recurriendo a la estructura de conocimientos en la que se incluyen los contenidos objeto del razonamiento, haciéndolos aceptables. Pretende acercar las representaciones de los alumnos al saber consensuado por la comunidad científica. Al justificar, los alumnos deben utilizar reglas o principios para relacionar unos datos con la conclusión y recurrir a las leyes o a un conjunto de conocimientos científicos para fundamentar su razonamiento. La justificación es un elemento esencial en el proceso de argumentación. Según Toulmin (1958), filósofo y epistemólogo, podemos representar un proceso básico de argumentación, basado en la justificación, mediante el siguiente esquema (Figura 4).

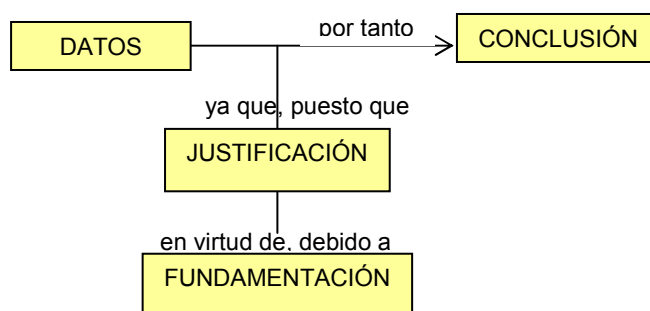


Figura 4.- Proceso básico de argumentación según Toulmin (1958).

La argumentación consiste en la elaboración de un discurso que tiene como finalidad convencer o de hacer partícipes a otros de una conclusión, una opinión o de un sistema de valores. La argumentación se pone en práctica en clase cuando se propone la resolución de problemas auténticos o cuando se da a los alumnos la ocasión de discutir problemas relevantes para ellos (Jiménez-Aleixandre, 1998).

Toda argumentación científica consta de varias fases, aunque el número de éstas y su estructura puede variar mucho de una argumentación a otra, en general, podemos distinguir:

- La presentación de datos o hechos.
- La conclusión o tesis que se defiende.
- La justificación, o elaboración de razones o argumentos que se proponen para conectar los hechos iniciales con la conclusión. La justificación de una tesis depende de las circunstancias en las que se realiza la argumentación. Las justificaciones deben fundamentarse sobre la base de leyes y modelos científicos y las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. Pueden reforzarse con comentarios para darles más énfasis, sobre todo si la fundamentación no es concluyente y suelen ir acompañadas de refutadores que son comentarios en los que se ponen de manifiesto sus límites de validez o las circunstancias en las que no son ciertas las justificaciones. A veces es necesario refutar otros puntos de vista posibles sobre la cuestión.

La argumentación tiene un papel muy importante en el aprendizaje de los conceptos científicos (Sardá y Sanmartí, 2000).

- Favorece su comprensión ya que implica relacionar los contenidos científicos con problemáticas reales.
- Estructura diferentes formas de razonamiento.
- Mejora la comprensión de la naturaleza de la ciencia.
- Potencia y beneficia la capacidad de comunicación.
- Estimula el pensamiento crítico y la capacidad de decisión.
- El diálogo argumentativo favorece el aprendizaje de los alumnos y es una herramienta fundamental en el trabajo de los grupos cooperativos

Elaborar un texto o generar un diálogo argumentativo puede ser una parte de una actividad más extensa, que puede incluir la búsqueda de información para aportar los hechos de los que precisa la elaboración de argumentos (en diferentes páginas web o en documentos escritos), la aplicación de determinados conceptos científicos, etc.

ACTIVIDADES A PARTIR DE TEXTOS Y VÍDEOS

Constituyen los tipos de actividades utilizadas tradicionalmente para trabajar la comprensión escrita y oral.

Las actividades a partir de textos permite el trabajo conjunto con los profesores del área lingüística puesto que pueden ser explotados por éstos de forma complementaria. Son adecuadas por tanto para desarrollar el currículum integrado.

La lectura comprensiva de los textos favorece la construcción de conocimientos si el alumno extrae información de los mismos y relaciona las nuevas ideas con las que ya posee.

En general, es posible trabajar sobre diferentes tipos de textos. Los textos científicos son muy variados y el lenguaje empleado en cada uno de ellos también. Esta diversidad es debida a la gran cantidad de factores que configuran un texto: las características de los autores, el tipo de lector al que en principio va dirigido, el soporte del texto, la modalidad del discurso empleado y la finalidad de cada uno de ellos. Analizar las características de un texto desde la perspectiva de estas variables, puede contribuir a seleccionarlos y a explotarlos posteriormente de forma adecuada (Jacobi, 1997). La tabla 1 recoge diferentes características de los textos científicos.

Autor	Lectores	Soporte	Tipo de discurso	Objetivo
<ul style="list-style-type: none"> - Investigador - Docente - Autor literario - Periodista 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigadores - Estudiantes - Público en general 	<ul style="list-style-type: none"> - Revistas científicas especializadas - Manuales y libros de texto - Revistas de divulgación - Periódicos - Libros - La red 	<ul style="list-style-type: none"> - Discurso científico - Discurso científico académico - Lenguaje literario - Lenguaje periodístico 	<ul style="list-style-type: none"> - Producción de conocimiento. - Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. - Divulgación de la ciencia. - Información - Recreación y entretenimiento

Tabla 1.- Factores que condicionan la variedad de textos científicos.

Utilizar todos estos tipos de textos en las clases de ciencias puede ser muy fructífero. Además de mejorar las capacidades relacionadas con la lectura, la comprensión, la selección de información... favoreciendo el desarrollo personal de los alumnos, supone una aproximación a la vida cotidiana, acercando los contenidos escolares al mundo que los rodea y contribuyendo así a su formación como ciudadanos. Por otra parte suelen ser motivadores para los alumnos, precisamente porque encuentran que lo que están aprendiendo está conectado con la realidad y tiene una aplicación práctica en la vida cotidiana.

Si se utiliza una lengua extranjera como lengua vehicular para aprender contenidos científicos, se hace imprescindible realizar actividades que se centren en los diferentes tipos de textos científicos, y no sólo porque sea necesario utilizar como referente documentos auténticos, sino también porque aumentan la riqueza que el aprendizaje de las ciencias aporta a los alumnos.

Así, los textos periodísticos pueden ofrecer la diferente visión que otras sociedades tiene de una misma realidad, como son las cuestiones energéticas, de medioambiente, de ingeniería genética, alimentación, etc. El tener acceso, lingüísticamente hablando, a textos originales de científicos como Darwin, Dalton, Fleming, Faraday, Lavoisier,

Pasteur, Ampère, Marie Curie, sólo por citar algunos, no es un hecho insignificante. Pero estas son grandes metas, aunque no inalcanzables, y antes de poder lograrlas debemos plantearnos otras, que si bien son más humildes, no son menos importantes.

Para iniciar a los alumnos en las actividades con textos en una lengua extranjera, son más apropiados los textos científicos académicos en la lengua correspondiente, los textos de divulgación científica, los textos sobre historia de las ciencias y los textos literarios sobre temas científicos. El orden en el que se citan suele corresponder con la gradación en la dificultad lingüística que entrañan. También se pueden encontrar textos de científicos que no son demasiado complejos, pero en ellos suelen aparecer palabras, expresiones o estructuras arcaicas no apropiadas para los niveles iniciales.

Para que un texto colabore en la construcción de conocimientos es necesario que el alumno tenga un papel activo ante el texto lo que se puede conseguir proponiendo una serie de cuestiones que permitan su explotación. El modo de trabajar sobre un texto dependerá de la naturaleza del mismo, pero en general, se pueden realizar:

- Cuestiones previas que familiaricen al alumno con el nuevo vocabulario y lo sitúen en una posición receptiva respecto a los nuevos conceptos que van a ser introducidos. Estas cuestiones pueden además recordar conceptos necesarios para la comprensión del texto.
- Cuestiones destinadas a asegurar la comprensión del texto, tanto de los términos que aparecen como de su estructura, y a fijar la atención sobre determinados aspectos, lo que contribuirá a extraer información del mismo. Las cuestiones de comprensión pueden ser muy variadas: responder a preguntas, responder verdadero o falso, cuestiones de opción múltiple, completar un cuadro o un diagrama, dividir el texto en párrafos, etc. Las respuestas a este tipo de pregunta se encuentra habitualmente de forma literal en el texto.
- Actividades en las que se desarrollen los contenidos explicitados en el texto y sus relaciones. Para responder a estas cuestiones los alumnos deben establecer conexiones entre los conceptos que aparecen en el texto y los que ya conoce.
- Planteamiento de nuevas cuestiones relacionadas con estos conceptos, como la posibilidad de plantear nuevas problemáticas, de proponer experiencias que justifiquen hipótesis planteadas, de búsqueda de información complementaria, etc.
- Resúmenes. La realización del resumen requiere la comprensión del texto y ciertas habilidades lingüísticas. Es una capacidad cognitivo-lingüística que precisa la selección de información y la reelaboración personal de las ideas contenidas en el documento original. No es un proceso automático ni inconsciente y requiere ser tratado tanto por los profesores de las DNL como por los profesores de lengua, materna y extranjeras.
- Poner un título al texto, o añadir subtítulos, para lo que es necesario extraer la idea principal que se desarrolla en él.

Al elegir un texto hay que procurar que no sea demasiado extenso y que la información específica que proporciona no sea excesivamente densa. Es deseable que los alumnos no tengan que desmenuzarlo para comprenderlo, sino que constituya una unidad comunicativa en sí mismo.

CONCLUSIONES

La enseñanza de las ciencias haciendo uso de una lengua extranjera parece mejorar las actitudes y el rendimiento de los estudiantes, puede potenciar el desarrollo del discurso científico favoreciendo un aprendizaje significativo y abre nuevos caminos y posibilidades a los alumnos.

El empleo de una lengua extranjera, además de la materna como idioma vehicular, en la enseñanza de las ciencias, supone un apasionante reto para los profesores de ciencias dispuestos a afrontarlo, constituyendo una nueva vía de desarrollo profesional y personal que puede aportar una gran riqueza al profesorado.

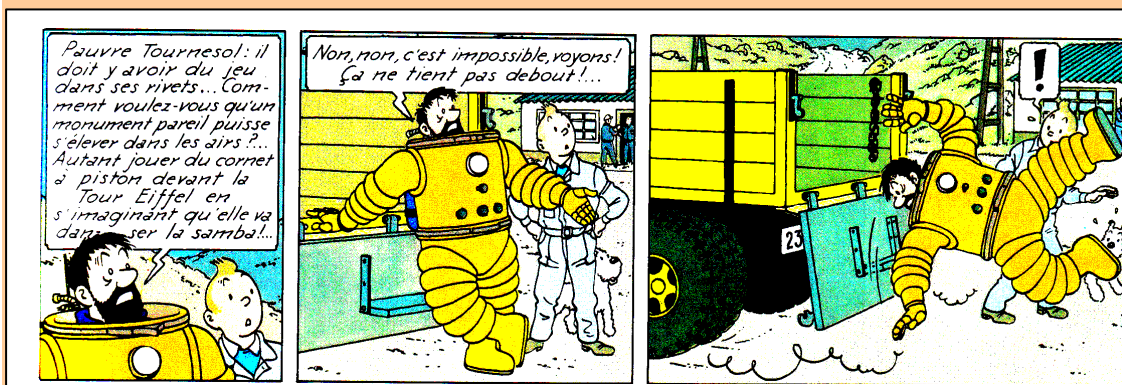
Por otra parte, en este artículo se aporta una fundamentación teórica sobre el beneficio que puede suponer para la enseñanza de las ciencias el uso de dos lenguas vehiculares, fundamentación que se encuentra en conexión con el trabajo de autores como Sutton (2003), Lemke (1997), Izquierdo y Sanmartí (Sanmartí, 1977; Sanmartí et al, 1999; Izquierdo, 2005) sobre la relación entre el lenguaje y la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias. Se sugieren además una serie de hipótesis que explicarían las ventajas de la enseñanza bilingüe, pero se hacen necesarias investigaciones en esta línea que aporten mayor solidez a este camino abierto en la enseñanza de las ciencias o de otras disciplinas no lingüísticas.

BIBLIOGRAFÍA

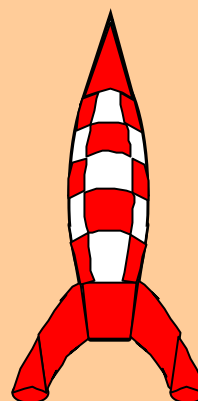
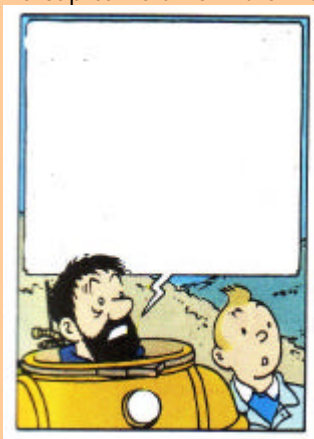
- BORSESE, A. y DE LONGHI, A. L., (2001). El papel de la definición en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra VI Congreso, pp 135-136.
- CONSEJO DE EUROPA (1998). *Recommendation n° R (98) 6 of the Committee of Ministers to member States concerning modern languages*. Estrasburgo: Consejo de Europa.
- CONSEJO DE EUROPA (2001) *Marco de Referencia Europeo para el aprendizaje, la enseñanza y la evaluación de lenguas*. Estrasburgo: Consejo de Europa. Disponible en <http://cvc.cervantes.es/obref/marco/indice.htm>
- COSTE D. (1994). L'enseignement bilingue dans tous ses états. *Études de linguistique appliquée*, 96, pp. 9-21.
- COSTE, D. (2001). Immersion, enseignement bilingue et construction des connaissances. *Le Français dans le monde : recherches et applications*". n° spécial pp. 86-94. <http://www.fdlm.org/fle/ra/0100-ra.php>
- DUVERGER, J., y MAILLARD J.P. (1996). *L'enseignement bilingue aujourd'hui*. Paris: Bibliothèque Richaudeau/Albin Michel.

- GAGO, R. y CARRILLO, J.L. (1979) *La introducción de la nueva nomenclatura Química y el rechazo de la teoría de la acidez de Lavoisier en España*. Málaga: Universidad de Málaga.
- GALAGOVSKY, L.R. y MUÑOZ J.C. (2002). La distancia entre aprender palabras y aprehender conceptos. El entramado de palabras conceptos (EPC) como un nuevo instrumento para la investigación. *Enseñanza de las ciencias*, 20(1), pp. 29-46.
- GIL-PÉREZ, D., VILCHES, A. (2005). La participación en el debate educativo como deber ciudadano. Comentarios y sugerencias en torno al documento: Una educación de calidad para todos y entre todos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 2(2), pp. 251-268. Disponible en <http://www.apac-eureka.org/revista/>
- IZQUIERDO, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las ciencias*. 23 (1), pp. 111-122.
- JACOBI, D. (1997). Discours scientifiques spécialisés, discours vulgarisés. En *La langue de spécialité et le discours scientifique*. Valencia: NAU Llibres.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 16(2), pp. 203-216.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (2004). *Plan de Fomento del Plurilingüismo*. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/plurilinguismo/>
- LAVOISIER, A. (1789). *Traité Élémentaire de Chimie*. Disponible en <http://histsciences.univ-paris1.fr/i-corpus/lavoisier/e-corpus-entree.php>
- LEMKE, J.L. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona: Paidós.
- LLORÉNS MOLINA, J.A. (1991). *Comenzando a aprender química. Ideas para el diseño curricular*. Madrid: Visor.
- MEC (2004). Una educación de calidad para todos y entre todos. Propuesta para el debate. Disponible en: <http://debateeducativo.mec.es/>
- SANMARTÍ, N. (1997). Enseñar a elaborar textos científicos en las clases de ciencias. *Alambique*, 12, p. 51.
- SANMARTÍ, N., IZQUIERDO, M., GARCIA, P. (1999). Hablar y escribir. Una condición necesaria para aprender ciencias. *Cuadernos de Pedagogía*, 281, p. 54.
- SARDÀ, A. y SANMARTÍ, N. (2000). Enseñar y argumentar científicamente: un reto en las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (3), pp. 405-422.
- SUTTON, C. (2003). Los profesores de ciencia como profesores de lenguaje. *Enseñanza de las ciencias*, 21(1), pp. 21-26.
- TOULMIN, S. (1958). *The uses of Argument*. Nueva York: Cambridge University Press.
- VYGOTSKY, L.S. (1962). *Thought and Language*. Cambridge: M.I.T. Press.

ANEXO 1. Actividad a partir de comics.



Le capitaine Hadock expose un problème : Comment la fusée peut-elle s'élever ?
Aidez le capitaine à formuler le problème du point de vue de la physique.

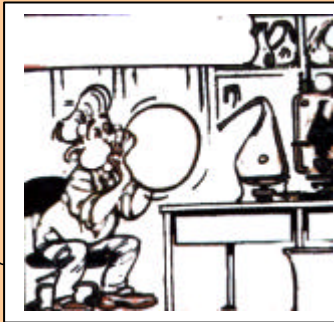
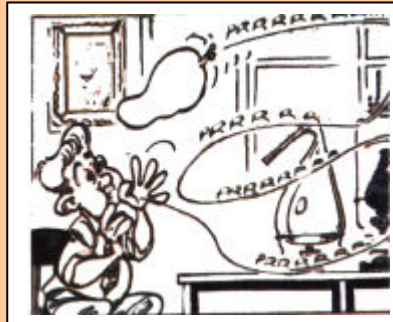


Expliquez, du point de vue de la physique,
la façon de lancer la fusée

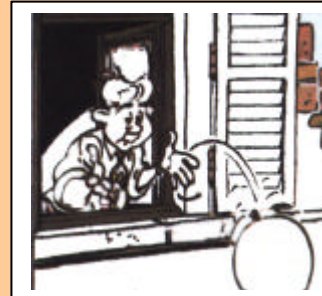
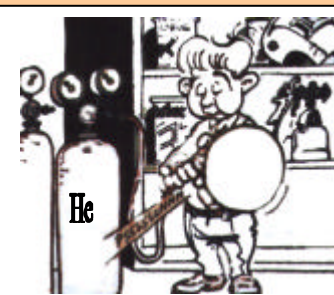


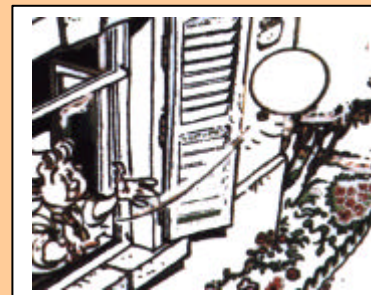
ANEXO 2. Actividad a partir de comics.

Donnez une légende à cette bande dessinée. Vous pouvez employer les mots suivants : ballon, gonfler, se dégonfler, air, hélium, lâcher, s'envoler, tomber, fermer, nœud, lourd, léger.



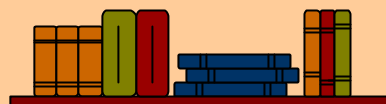
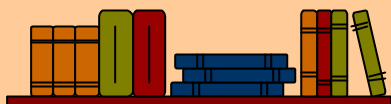


Dessins: adaptation de Malik & Cauvin

ANEXO 3. Actividad basada en la descripción.

Suivez l'exemple et faites une description des situations en employant les mots et les expressions : en hauteur, en bas, monter, descendre, tomber, être en mouvement, être en repos, augmentation de la vitesse (ou de la température), diminution de la vitesse, avoir de l'essence. Indiquez les variations des formes d'énergie. Imaginez d'autres situations.

a)



Description de la situation initiale :

Le livre était en hauteur et au repos.

Description énergétique de la situation initiale :

Le livre a de l'énergie potentielle gravitationnelle et il n'a pas d'énergie cinétique.

Description de la situation finale :

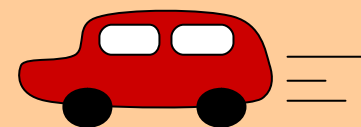
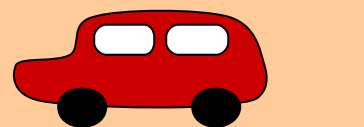
Le livre est en train de tomber, sa distance au sol est plus courte et il est en mouvement. Il y a eu une augmentation de sa vitesse.

Description énergétique de la situation finale :

le livre a moins d'énergie potentielle gravitationnelle et il a plus d'énergie cinétique

Variations des formes d'énergie : L'énergie potentielle gravitationnelle du livre a diminué. L'énergie cinétique du livre a augmenté

b)



Description de la situation initiale :

Description énergétique de la situation initiale :

Description de la situation finale :

Description énergétique de la situation finale :

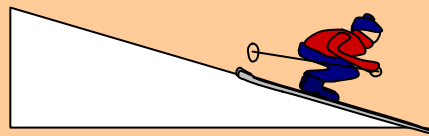
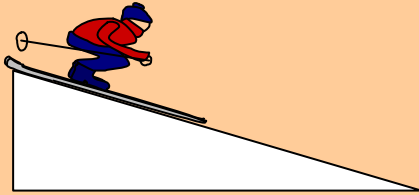
Variations des formes d'énergie :

c)



Description de la situation initiale :	Description de la situation finale :
Description énergétique de la situation initiale :	Description énergétique de la situation finale :
Variations des formes d'énergie :	

d)



Description de la situation finale :	Description de la situation initiale :
Description énergétique de la situation finale :	Description énergétique de la situation initiale :
Variations des formes d'énergie :	

SUMMARY

A good knowledge of languages, an essential competence in this 21th century society, is one of the target of the current curricula. The previous statement justifies that the bilingual teaching is increasing. The fact of including the experimental science in the bilingual projects would improve the linguistic competences and the science learning.

Keywords: *science teaching; bilingual teaching; scientific speech; linguistic and cognitive abilities; attitude.*

.